

# 実験から求めた偏極度

吉田晃

平成 18 年 1 月 17 日

## 1 偏極度とは

$\gamma$  線の helicity を  $h$  として偏極度は

$$P_c = \frac{N(h = 1) - N(h = -1)}{N(h = 1) + N(h = -1)} \quad (1)$$

であらわされる。ここで  $N(h = 1 \text{ or } -1)$  は検出された  $\gamma$  線の数をあらわす。今回の実験では何も条件をつけなければ原子核から放出される  $\gamma$  線については helicity に偏りはないため  $P_c = 0$  となるはずであり  $\beta$  線との同時計測の条件をつけたときのみ有意な値を持つ。

## 2 都合のいいモデルでの偏極度

都合のいいことに鉄を一様に偏極しているとして以下の 2 つの場合を考えてみた。

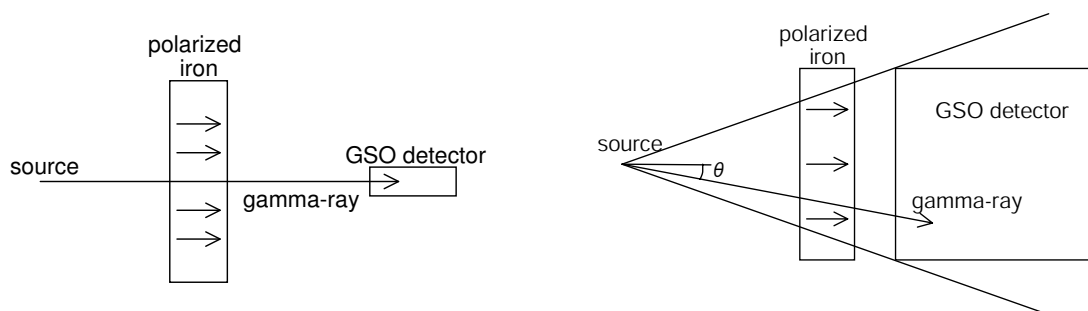


図 1: 角度を考慮しない(左)と角度は考慮する(右)

### 2.1 よく出てくる物理量のおさらい

- $\tau_t$  : 鉄での  $\gamma$  線の全断面積 (対生成、compton、光電効果をあわせて 3.8barn)
- $\sigma_c^\pm$  : 偏極によって変化する compton 散乱の断面積 ( $\sigma_c^\pm = \mp 0.021\text{barn}$ )

- $\nu$  : 原子核あたりの偏極電子の個数 ( $\sim 2$  個)
- $N$  : 単位体積あたりの鉄の原子数 ( $8.46 \times 10^{22}$  個/cm<sup>2</sup>)
- $L$  : 鉄の厚さ (5.6cm)

## 2.2 角度を考えない Asymmetry の値

まず全断面積は

$$\sigma_{\text{total}} = \tau_t + \nu P_c \sigma_c \quad (2)$$

光子の偏極方向と平行 (反平行) に磁場をかけたときの透過した count 数を  $N_+$  ( $N_-$ )、鉄に入射する  $\gamma$  線を  $N_{\text{inc}}$  とすると

$$N_{\pm} = N_{\text{inc}} \times \exp \left\{ -NL(\tau_t + \nu P_c \sigma_c^{\pm}) \right\} = (\text{磁場に影響されない数}) \times e^{-NL\nu P_c \sigma_c^{\pm}} \quad (3)$$

よって asymmetry は

$$A = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-} = \tanh(NL\nu P_c \sigma_c^-) \quad (4)$$

$NL\nu \sigma_c^- = 0.02$  はすでにわかっているので解析結果の  $A = 0.00570 \pm 0.00190$  から

$$P_c = 28.5 \pm 9.5\% \quad (5)$$

と簡単に求めることができる。

## 2.3 角度を考えたときの Asymmetry の値

全断面積は

$$\sigma_{\text{total}} = \tau_t + \nu P_c \sigma_c \cos \theta \quad (6)$$

のように変わったのは  $\cos \theta$  がついただけである。これに更に斜めに進む分  $\gamma$  線を感じる鉄の厚みは  $L \cos^{-1} \theta$  であるために

$$N'_{\pm} = N'_{\text{inc}} \times \exp \left\{ -NL \cos^{-1} \theta (\tau_t + \nu P_c \sigma_c^{\pm} \cos \theta) \right\} = (\text{磁場に影響されない数}) \times e^{-NL\nu P_c \sigma_c^{\pm}} \quad (7)$$

のように斜めに入射した  $\gamma$  線は asymmetry を薄めそうだが斜めに横切ることで長いこと鉄中を走るため相殺して結局 asymmetry は同じ結果となる。

## 2.4 都合の悪いとはいっても

実際にはこれに鉄の磁化の様子を考慮に入れねばならない。これは Poisson によって与えられたものを利用して数値計算をすることによって求めることができそうである。(まだやってないけど ...) 磁場が一樣でなければ asymmetry を薄めるので本来もっていた偏極度は先ほど求めた  $28.5 \pm 9.5\%$  よりは大きな値になりそうである。